

**PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LOGAM BERAT KROMIUM
(Cr) DAN KADMIUM (Cd) PADA HATI DAN INSANG IKAN SEBAGAI
BIOMARKER DI SUNGA WAY BELAU BANDAR LAMPUNG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.pd)
dalam Ilmu Biologi

Oleh

**EKO KINGKIN PUJANANTO
NPM. 1211060110**

Jurusan: Pendidikan Biologi



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVESITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441 H / 2020 M**

**PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LOGAM BERAT KROMIUM
(Cr) DAN KADMIUM (Cd) PADA HATI DAN INSANG IKAN SEBAGAI
BIOMARKER DI SUNGA WAY BELAU BANDAR LAMPUNG**

SKRIPSI

Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.pd)
dalam Ilmu Biologi

Oleh

**EKO KINGKIN PUJANANTO
NPM. 1211060110**

Jurusan: Pendidikan Biologi

**Pembimbing I : Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd
Pembimbing II : Suci Wulan Pawhestri. M.Si**

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVESITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1441 H / 2020 M**

ABSTRAK

PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LOGAM BERAT KROMIUM (Cr) DAN KADMIUM (Cd) PADA HATI DAN INSANG IKAN SEBAGAI BIOMARKER DI SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG

Oleh :

EKO KINGKIN PUJANANTO

Sungai Way Belau terletak di Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung. Sebagian besar masyarakat di bantaran sungai Way Belau memanfaatkan sungai ini untuk menunjang aktivitas mandi, mencuci, dan pertanian. Kegiatan masyarakat tersebut secara langsung dapat mempengaruhi kondisi fisik, kimia dan biologi sungai. Organisme biologi yang dapat menilai kualitas suatu lingkungan disebut dengan bioindikator. Bioindikator yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran sungai Way Belau yang ditentukan BSN (Badan Standarisasi Nasional) dengan mengetahui kadar logam berat pada hati dan insang ikan, serta menggunakan parameter fisika dan kimia pada air sungai.

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni sampai bulan Agustus 2019. Terdapat tiga jenis parameter yang diukur yaitu, parameter kimia, fisika dan biologi atau biomarker. Parameter fisika dan kimia yang digunakan adalah DO, BOD, COD, dan pH dan suhu. Sedangkan biomarker yang digunakan adalah organ hati dan insang ikan. Penelitian logam berat dan identifikasi kualitas air seluruhnya dilakukan di Balai laboratorium kesehatan Bandar Lampung. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*). Terdapat 3 stasiun pengambilan sampel yaitu stasiun 1 (kondisi bantaran yang masih alami), stasiun 2 (kondisi bantaran yang berbatasan dengan area padat penduduk), dan stasiun 3 (kondisi bantaran hilir dekat pantai).

Dari hasil penelitian didapat hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar logam kromium yaitu 0,00135 mg/Kg dan kadar logam kadmium yaitu 0,00169 mg/Kg, jika dibandingkan dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan baku mutu Cr 0,3 mg/Kg dan Cd 0,1 mg/Kg, kadar Cr dan Cd yang dianalisa masih berada dibawah standar baku mutu, itu artinya ikan tersebut layak untuk dikonsumsi. Pada penilaian kualitas air berdasarkan parameter kimia dan fisika, hasil yang telah didapat menunjukkan bahwa kualitas air di sungai Way Belau termasuk kedalam air konsumsi atau air layak minum sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004 tentang baku mutu air. Berdasarkan hasil penilaian kualitas air secara fisika, kimia, dan biologi dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan di sungai Way Belau termasuk kedalam kategori tidak tercemar.

Kata Kunci : Indikator kimia, indikator fisika, logam berat, pencemaran sungai



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp (0721) 703260

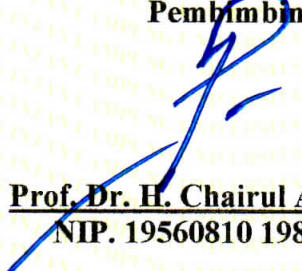

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LOGAM
BERAT KROMIUM (CR) DAN KADMIUM (CD) PADA
HATI DAN INSANG IKAN SEBAGAI BIOMARKER DI
SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG**

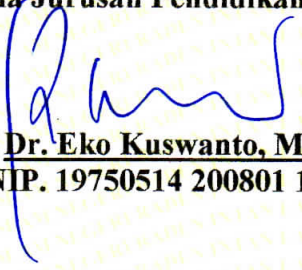
Nama : Eko Kingkin Pujananto
NPM : 1211060110
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

**Untuk dimunaqasyah dan dipertahankan dalam Sidang Munaqasyah
Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I	Pembimbing II
 <u>Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd</u> NIP. 19560810 198703 1 001	 <u>Suci Wulan Pawhestri, M. Si</u> NIP. -

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi**


Dr. Eko Kuswanto, M.Si.
NIP. 19750514 200801 1 009





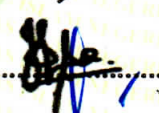
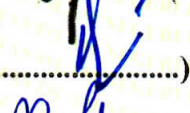

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame 1 Bandar Lampung 35131 Telp(0721)703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul: **“PENENTUAN TINGKAT PENCEMARAN LOGAM BERAT KROMIUM (CR) DAN KADMIUM (CD) PADA HATI DAN INSANG IKAN SEBAGAI BIOMARKER DI SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG”**, disusun oleh: **Eko Kingkin Pujananto, NPM. 1211060110**, Program Studi **Pendidikan Biologi**, Telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada: Hari/Tanggal: Selasa, 10 Nopember 2020.

TIM PENGUJI

Ketua	: Dr. Achi Rinaldi, M.Si.	(..... )
Sekretaris	: Aryani Dwi Kesumawardani, M.Pd	(..... )
Penguji Utama	: Marlina Kamelia, M.Sc.	(..... )
Penguji Pendamping I	: Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd.	(..... )
Penguji Pendamping II	: Suci Wulan Pawhestri, M.Si	(..... )

Mengetahui,
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan


Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd.
NIP. 196408281988032002

MOTO

Sesungguhnya shalatku, ibadahku, hidupku dan matiku hanyalah untuk Allah,
Tuhan seluruh alam, tidak ada sekutu bagi-Nya ; dan demikianlah yang
diperintahkan kepadaku dan aku adalah orang yang pertama – tama berserah
diri (muslim).
(Q.S Al-an'aaam : 162-163)¹



¹ Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahannya*, Toha Putra, Bandung, 2014, hlm. 162-163.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahilahirabbil'alamiin, puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan kekuatan, kesabaran dan kemudahan kepada penulis untuk dapat menyelesaikan tugas akhir pada perkuliahan ini. Ku persembahkan skripsi ini sebagai bukti cinta dan kasih kepada :

1. Kedua orang tua ku tercinta Sugeng Subiyanto dan Ibunda Yati Supriati yang senantiasa memberikan do'a, cinta dan kasih sayang, dukungan, motivasi, arahan serta bimbingan demi kelancaran dan keberhasilanku.
2. Adikku tersayang Dwi Putra Seto Dharma dan Intan Putri Maharani sebagai tempat berbagi ilmu dan seluruh keluarga besar ku yang senantiasa memberikan do'a, semangat dan dukungan untuk terus berusaha demi mencapai cita - citaku.
3. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis yang bernama Eko Kingkin Pujananto adalah seorang putra dari pasangan suami istri yaitu Bapak Sugeng Subiyanto dan Ibu Yati Supriati yang sangat penulis sayangi dan hormati. Penulis dilahirkan di Desa Adiluwih, Kecamatan Adiluwih, Kabupaten Pringsewu, pada tanggal 28 Januari 1994. Penulis merupakan anak Pertama dari tiga bersaudara.

Pendidikan pertama yang ditempuh oleh penulis dimulai dari Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 2 Adiluwih, Kecamatan Adiluwih Pringsewu, diselesaikan pada tahun 2006. Selanjutnya penulis melanjutkan jenjang pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama Negeri 1 Adiluwih, Kecamatan Adiluwih Pringsewu diselesaikan pada tahun 2009. Melanjutkan jenjang pendidikan di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Gadingrejo, Kecamatan Gadingrejo Pringsewu diselesaikan pada tahun 2012. Selanjutnya Penulis diterima dan melanjutkan pendidikannya di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada tahun 2012 pada Jurusan Pendidikan Biologi.

KATA PENGANTAR



Assalammu'allaikum, wr. wb.

Puji Syukur kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Penentuan Tingkat Pencemaran Logam Berat Kromium (Cr) Dan Kadmium (Cd) Pada Hati Dan Insang Ikan Sebagai Biomarker Di Sungai Way Belau Bandar Lampung”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Shalawat serta salam dihaturkan kepada Rasulullah SAW yang akan selalu menjadi tauladan terbaik bagi kehidupan manusia.

Dalam usaha penyelesaian skripsi ini, penelitibanyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa dukungan materil maupun dukungan moril. Oleh karena itu pada kesempatan ini peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang terlibat atas penelitian skripsi ini dengan segala partisipasi dan motivasinya.

Penulis menyadari bahwa isi yang tersaji dalam skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini disebabkan keterbatasan kemampuan dan pengalaman yang penulis miliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun, serta tanpa mengurangi rasa hormat, penulis menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Moh. Mukri, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Ibu Prof. Dr. Nirva Diana, M. Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Bapak Dr. Eko Kuswanto, S. Si, M. Si selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi UIN Raden Intan Lampung atas kesediaan waktunya untuk memotivasi dan memberikan kemudahan khususnya bagi mahasiswa angkatan lama sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsinya.
4. Bapak Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd selaku pembimbing I atas kesedian waktunya untuk memberikan bimbingan, arahan, serta nasehat selama penulis menyusun skripsi dan menempuh perkuliahan.
5. Ibu Suci Wulan Pawhestri, M.Si selaku pembimbing II skripsi yang baik hati, yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, pemikiran, saran, nasehat, motivasi, sehingga penulis mendapatkan semangat untuk memulai dalam penulisan skripsi serta kesabaran yang sangat amat besar khususnya bagi mahasiswa angkatan lama, serta sangat arif dan bijaksana sehingga terselesaikannya penulisan skripsi ini.
6. Ibu Dwijowati Asih Saputri, M.Si dan Ibu Marlina Kamelia, M.Sc selaku Dosen Jurusan Pendidikan Biologi yang telah memotivasi serta mendukung penulis untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Asisten Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung yang telah banyak membantu dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh perkuliahan.

8. Pimpinan perpustakaan dan seluruh karyawannya, baik perpustakaan Jurusan, Fakultas maupun perpustakaan Pusat serta seluruh civitas akademika Fakultas Tarbiyah UIN Raden Intan Lampung atas bantuannya dalam menyusun dan menyelesaikan skripsi ini.
9. Seluruh keluargaku, terutama ibuku Yati Supriati dan ayahku Sugeng Subiyanto atas limpahan do'a dan kasih sayangnya yang takkan pernah tergantikan serta motivasinya yang tak pernah berhenti.
10. Teman-teman seperjuanganku Eka Sari, Nova Efrina, Nurma Yulitasari, Diah Windy Arisandi, Lia Artika, M. Widi irwansyah serta angkatan 2012 Pendidikan Biologi khususnya Biologi E yang telah banyak memberikan masukan, motivasi dan bantuan selama penelitian dan penyelesaian skripsi ini.

Seluruh pihak yang telah memberikan bantuannya demi kelancaran dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT memberikan rahmat dan hidayahnya sebagai balasan atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Demikian skripsi ini dibuat, semoga dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan para pembaca umumnya. Atas bantuan dan partisipasi yang diberikan kepada penulis semoga menjadi amal ibadah disisi Allah SWT. Aamiin yaa Rabb.

Wassalammu'allaikum wr. wb

Bandar Lampung, 22 Oktober 2020
Penulis,

EKO KINGKIN PUJANANTO
NPM. 1211060110

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Identifikasi Masalah	9
1.3 Pembatasan Masalah	9
1.4 Rumusan Masalah	10
1.5 Tujuan dan Kegunaan Penelitian	10
1.6 Manfaat Penelitian	11
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	13
2.1.1 Pencemaran Air	14

2.1.2 Biomarker.....	15
2.1.3 Indikator Fisika	28
2.1.4 Indikator Kimia	29
2.3 Hipotesis.....	34

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat	42
3.2 Alat dan Bahan.....	43
3.3 Metode Penelitian.....	43
3.4 Desain Penelitian.....	44
3.5 Prosedur Penelitian.....	45
3.6 Teknik Pengumpulan	50
3.7 Teknik AnalisaData.....	52

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian	55
4.2 Indikator Biomarker	56
4.3 Indikator Fisika dan Kimia.....	65
4.4 Pembahasan.....	67

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	79
5.2 Saran.....	79

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Tabel 2.1 Klasifikasi Air Berdasarkan Peruntukannya.....	32
2. Tabel 2.2 Kriteria Mutu Kualitas Air Kelas 1.....	33
3. Tabel 2.3 Logam Berat Kromium (Cr)	40
4. Tabel 2.4 Logam Berat Kadmium (Cd)	41
5. Tabel 3.2 Parameter Kualitas Air dan Metode Analisis.....	50
6. Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standard Unsur Kadmium (Cd)	57
7. Tabel 4.2 persamaan regresi Kadmium (Cd)	57
8. Tabel 4.3 Konsentrasi Cd.....	59
9. Tabel 4.4 Logam berat Cd.....	60
10. Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standard Unsur Kromium (Cr)	61
11. Tabel 4.6 Persamaan Regresi Kromium (Cr).....	62
12. Tabel 4.7 Konsentrasi Cr	63
13. Tabel 4.8 Logam berat Cr	64
14. Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Indikator kimia	76
15. Tabel 4.8 Hasil pengukuran pH	77
16. Tabel 4.9 Hasil Pengukuran DO	77
17. Tabel 4.10 Hasil Pengukuran BOD	78
18. Table 4.11 Hasil Pengukuran COD	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Gambar 2.1 Insang Ikan.....	20
2. Gambar 2.2 Peta sungai Way Belau dapat dilihat pada gambar	43
3. Gambar 3.1 Peta stasiun pengambilan sampel.....	44
4. Gambar 3.2 Diagram Penelitian.....	51
5. Gambar 4.1 Peta Sungai Way Belau.....	56
6. Gambar 4.2 Kurva Kadmium (Cd)	56
7. Gambar 4.3 Kurva Kromium (Cr)	55
8. Gambar 4.2 Stasiun 2 dan Letak Plot	55
9. Gambar 4.3 Stasiun 3 dan Letak Plot	56
10. Gambar 4.4 Skema Tahap Pelaksanaan.....	62



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Penelitian

Air merupakan sumber kehidupan yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Jumlah air yang terdapat di permukaan bumi kurang lebih sebesar $1,36 \times 10^{18} \text{ m}^3$, yang yang terbagi menjadi dua yaitu air asin dan air tawar. Air tawar memiliki jumlah sebesar 3% dari total keseluruhan air yang ada di permukaan bumi. Air tawar terbagi dalam berbagai wujud dan lingkungan, misalnya lingkungan kutub dapat berupa salju yang mempunyai jumlah sebesar 75%, air tanah sebesar 24%, air permukaan sebesar 0,065%, air hujan sebesar 0,03%, dan sisanya berupa awan, kabut, dan embun sebesar 0,0035%. Jumlah air tawar yang terdapat di permukaan bumi jumlahnya relatif tetap serta distribusinya mengikuti ruang dan waktu mengikuti siklus hidrologi.¹

Air hujan dan air permukaan sering bertemu dan membentuk sebuah aliran yang disebut dengan sungai. Aliran air atau sungai tersebut dapat berukuran besar atau pun kecil sesuai dengan volume air yang mengalir. Sungai merupakan penyedia air tawar yang paling utama bagi makhluk hidup, contohnya manusia. Sungai mempunyai peranan penting bagi kehidupan manusia terutama yang bertempat tinggal di sekitar bantaran sungai. Masyarakat yang tinggal di bantaran sungai bukan

¹Winata. Ekrar. *Kualitas Tanah Di Sepanjang Kali Gajah Wong Ditinjau Dari Pola Sebaran Escherichia coli*. (yogyakarta: UGM. 2013), h. 1

hanya menggunakan sungai untuk mandi dan mencuci, namun ada juga yang menggunakan sungai untuk tempat menangkap ikan untuk dikonsumsi guna memenuhi kebutuhan protein hewani mereka. Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT yang tertera dalam Q.S. Ibrahim Ayat 32 sebagai berikut.

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضَ وَأَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجَ بِهِ
مِنَ الثَّمَرَاتِ رِزْقًا لَّكُمْ وَسَخَّرَ لَكُمُ الْفُلْكَ لِتَجْرِيَ فِي الْبَحْرِ بِأَمْرِهِ
وَسَخَّرَ لَكُمُ الْأَنْهَارَ ﴿٣٢﴾

Artinya: “Allah-lah yang menciptakan langit dan bumi dan menurunkan air hujan dari langit, kemudian Dia mengeluarkan dengan air hujan itu berbagai buah-buahan menjadi rezki untukmu, dan Dia telah menundukkan bahtera bagimu supaya bahtera itu, berlayar di lautan dengan kehendak-Nya, dan Dia telah menundukkan (pula) sungai-sungai.”²

Ayat ini menjelaskan bahwa sesungguhnya, Allah Dialah yang menciptakan langit dan bumi dan mengadakannya dari tidak ada, dan menurunkan hujan dari awan, lalu Dia menghidupkan dengan-Nya bumi setelah kekeringan, juga mengeluarkan bagi kalian rizki-rizki darinya, dan mengendalikan kapal-kapal bagi kepentingan kalian, sehingga dapat berlayar di laut dengan perintah-Nya untuk kepentingan-kepentingan kalian, dan dia menundukkan sungai-sungai bagi kalian sebagai sumber air minumbagi kalian dan air minum bagi ternak-ternak

² Departemen Agama RI, *Ibrahim, Al-Qur.an dan Terjemahannya* (Bandung; Diponegoro, 2010), h. 42

kalian, serta pengairan bagi tanaman-tanaman kalian dan seluruh manfaat-manfaat yang kalian dapatkan.

Beberapa sungai di berbagai tempat, misalnya di Sumatera, Jawa, dan Kalimantan, digunakan penduduk sebagai prasarana transportasi bahkan ada juga yang digunakan untuk tempat jual beli atau pasar. Kemudian kegiatan akuakultur dan industri yang berbatasan langsung dengan lingkungan perairan akan menghasilkan peningkatan organik penting dan menyebabkan penurunan kualitas air di dalamnya.³ Berbagai kegiatan manusia yang melibatkan sungai tersebut, dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran sungai.⁴

Pencemaran yang terjadi pada sungai akan mengakibatkan terganggunya kehidupan normal atau alami terhadap biota air contohnya seperti ikan. Kuantitas dan kualitas perairan akan menurun. Penurunan tersebut terjadi akibat adanya pencemaran air yang dapat menyebabkan daya dukung perairan terhadap ikan yang hidup di dalamnya menurun.

Hendaknya manusia yang mempunyai derajat paling tinggi di antara makhluk ciptaan Allah SWT lainnya. Mampu menjaga dan memanfaatkan sungai dengan baik dan bijak, bukan merusaknya.

³ Suci Wulan Pawhestri, Jafron.W.Hidayat, Sapto P. Putro. *Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves*, (Semarang: Universitas Diponegoro, 2015), h. 2.

⁴Rahman, aditya. *Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Desa Awang Angkal Berdasarkan Nutrition Value Coeficient (NVC) Menggunakan Ikan Nila (Oreochromis niloticus linn) Sebagai Bioindikator*. (Lampung:UNILA.2012), h. 2.

Hal tersebut sesuai dengan firman Allah SWT yang tertera dalam Q.S. Al-Baqarah Ayat 60 sebagai berikut.

وَإِذِ اسْتَسْقَىٰ مُوسَىٰ لِقَوْمِهِ فَقُلْنَا اضْرِبْ بِعَصَاكَ الْحَجَرَ ۖ فَانْفَجَرَتْ مِنْهُ اثْنَتَا عَشْرَةَ عَيْنًا قَدْ عَلِمَ كُلُّ أُنَاسٍ مَّشْرَبَهُمْ ۖ كُلُوا وَاشْرَبُوا مِنْ رِزْقِ اللَّهِ وَلَا تَعَثَوْا فِي الْأَرْضِ مُفْسِدِينَ ﴿٦٠﴾

Artinya: "Dan (ingatlah) ketika Musa memohon air untuk kaumnya, lalu Kami berfirman: "Pukullah batu itu dengan tongkatmu". Lalu memancarlah daripadanya dua belas mata air. Sungguh tiap-tiap suku telah mengetahui tempat minumnya (masing-masing). Makan dan minumlah rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu berkeliaran di muka bumi dengan berbuat kerusakan." ⁵

Ayat diatas pada bagian akhir ayatnya menjelaskan bahwa “Makan dan minumlah rezeki (yang diberikan) Allah, dan janganlah kamu berkeliaran di muka bumi dengan berbuat kerusakan”. Arti kata tersebut dapat disimpulkan bahwa manusia yang sudah diberi rezeki berupa makanan dan minuman hendaknya bersyukur dengan apa yang sudah diberi oleh Allah SWT. Manusia dianjurkan untuk bertebaran dimuka bumi oleh Allah SWT untuk mencari rezeki dengan baik bukan dengan cara merusak, misalnya merusak alam. Kerusakan-kerusakan alam saat ini banyak terjadi akibat ulah manusia sendiri yang kurang

⁵ Departemen Agama RI, *Al-Hikmah Al-Qur.an dan Terjemahannya* (Bandung; Diponegoro, 2010), h. 11

memperhatikan dan merawat alam sekitar. Akibatnya saat ini banyak sekali terjadi pencemaran atau pun kerusakan.

Dampak yang timbul akibat pencemaran adalah terganggunya komponen biotik dan abiotik yang berada di alam. Komponen biotik dan abiotik memiliki hubungan erat, yang artinya ketika salah satu dari komponen tersebut terganggu maka komponen satunya akan ikut terganggu juga. Kedua komponen tersebut tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Hubungan erat atau saling keterkaitan yang dimiliki, menjadikan kedua komponen tersebut dapat dijadikan sebagai indikator tingkat pencemaran, misalnya pada pencemaran sungai.

Tingkat pencemaran sungai dapat ditentukan dengan melihat komponen abiotik dan biotik, yang terbagi kedalam tiga indikator yaitu indikator biologi, kimia dan fisika. Indikator biologi, kimia dan fisika harus diukur terlebih dahulu untuk menentukan tinggi rendahnya tingkat pencemaran sungai. Indikator biologi yaitu jenis makrobentos dan nekton contohnya ikan, indikator fisika seperti: suhu atau temperatur, kekeruhan, dan indikator kimia seperti: pH (derajat keasaman), oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO), BOD (*Biochemical Oxygen Demand*), dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

Organisme akuatik terutama ikan adalah bioindikator pencemaran air yang efektif, karena ikan merupakan organisme yang dapat terkena bahan pencemar secara terus menerus dan pengaruhnya tidak berubah-ubah. Berbeda dengan indikator kimia dan fisika yang sering berubah-ubah tergantung kondisi lingkungan. Kelainan struktural, fungsional dan penurunan berat ikan sebagai akibat dari pencemaran air. Sering kali pencemaran air yang terdapat di

beberapa sungai disebabkan oleh limbah domestik, limbah pakan ikan dan limbah industri. Pencemaran air tidak mematikan ikan secara langsung, namun mempengaruhi struktur dan fungsi organ tubuh ikan seperti pada hati dan insang ikan. Hal tersebut menjadi alasan peneliti memilih ikan sebagai indikator biologi tingkat pencemaran air.

Pencemaran lingkungan perairan dapat disebabkan oleh polutan organik maupun anorganik. Polutan organik yang sering mencemari perairan antara lain pestisida, insektisida, deterjen dan limbah rumah tangga lainnya. Sedangkan polutan anorganik yang sering dijumpai di perairan misalnya logam berat Cd (Kadmium), Pb (Timbal), Hg (Merkuri), As (Arsen), Zn (seng), Cu (Tembaga), Ni (Nikel), dan Cr (Krom). Polutan logam berat tersebut sangat berbahaya apabila mencemari perairan, karena bersifat toksik, *karsinogenik*, *bioakumulatif* dan *biomagnifikasi*. Kadmium, Timbal, Kromium merupakan logam berat yang sangat toksik dibandingkan logam berat lainnya.⁶

Pencemaran oleh logam berat Cd pernah terjadi di Toyama Jepang. Peristiwa ini mengakibatkan penduduk menderita penyakit *Itai-itai* (*Ouch-ouch*), yakni tulang mengalami pelunakan, kemudian menjadi rapuh dan otot mengalami kontraksi karena kehilangan sejumlah kalsium, serta menderita kelainan ginjal. Peristiwa tersebut terjadi karena air irigasi yang digunakan untuk mengairi tanaman padi di sawah tercemar Cd. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air irigasi tersebut mengandung Cd yang berasal dari penambangan Timah Hitam dan bijih Seng yang ada di daerah hulu sungai Jint. Akibatnya padi yang dipanen

⁶ Nur Kusuma Dewi, *Metallotionein Pada Hati Ikan Sebagai Biomarker Pencemaran Kadmium (Cd) Di Perairan Kaligarang Semarang*(Semarang, UNDIP, 2014), h. 2.

mengakumulasi Cd. Penduduk mengkonsumsi padi tersebut selama bertahun-tahun, sehingga terjadi *biomagnifikasi* Cd pada tubuh manusia. Padi mengakumulasi Cd sebanyak 1,6 mg/kg, namun melalui rantai makanan kandungan Cd pada tubuh manusia menjadi 11,472 mg/kg.⁷

Penelitian yang dilakukan Ratningsih mengemukakan bahwa ikan mas (*Cyprinus carpio* L), dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu, selain itu ikan mas juga peka terhadap berbagai jenis zat pencemar pada perairan tawar dan merupakan ikan standar internasional uji toksisitas. Oleh karena itu, adanya zat toksik dalam perairan akan berpengaruh terhadap kondisi organ ikan mas salah satunya yaitu hati.⁸

Hati merupakan organ vital yang berfungsi sebagai detoksifikasi dan mensekresikan bahan kimia yang digunakan untuk proses pencernaan. Hati berperan penting dalam proses metabolisme dan transformasi bahan pencemar dari lingkungan. Dengan demikian hati merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi zat toksik sehingga mudah terkena efek toksik. Sebagian zat toksik yang masuk ke dalam tubuh setelah diserap oleh sel akan dibawa ke hati oleh vena porta hati, sehingga hati berpotensi mengalami kerusakan.

Penelitian yang dilakukan Deni Prastyo mengungkapkan logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan sapu-sapu (*Macronathus maeveatus*) tidak dapat dikeluarkan lagi dari tubuh, karena logam berat cenderung menumpuk dalam

⁷ *Ibid*, h. 3

⁸ Ratningsih N. *Uji toksisitas molase pada respirasi ikan mas (Cyprinus carpio L.)*. (J.Biotika, 2008), h. 6.

tubuh ikan. Akibatnya logam berat akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Ikan sapu-sapu yang telah tercemar logam berat bila dikonsumsi akan berpotensi menimbulkan berbagai penyakit baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang. Logam Cr bersifat akumulatif sehingga perlu diketahui kandungan logam di dalam insang, hati dan daging ikan serta kemampuan ikan dalam mengakumulasi logam Cr sebagai upaya pemantauan kadar logam Cr di Sungai Cimanuk dan antisipasi keamanan daging ikan yang berasal dari sungai Cimanuk.⁹

Penelitian yang dilakukan Tugiyono di pabrik gula PT Gunung Madu Plantation Lampung mengungkapkan ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn) merupakan salah satu hewan uji yang digunakan sebagai bioindikator adanya tekanan perubahan lingkungan khususnya di perairan. Perubahan struktur histologi hati ikan Nila dapat dijadikan parameter efek sublethal bahan pencemar pada ikan karena fungsi detoksifikasi terutama dilakukan oleh hati.¹⁰

Jenis analisis yang digunakan pada penelitian Tugiyono adalah analisis biomarker sebagai repon secara biologi terhadap pencemaran lingkungan yang memberikan besarnya pengaruh toksik bahan pencemar, dari penelitian ini terjadi perubahan struktur histologi hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn) berupa kongesti atau hiperemia dan perlemakan hati pada kolam pengolahan air limbah.

⁹ Prasetyo, D. *Bioakumulasi logam kromium (cr) pada insang, hati, dan daging ikan yang tertangkap di hulu sungai cimanuk kabupaten garut*. (universitas padjajaran, 2016), h. 8.

¹⁰ Tugiyono, Nuning Nurcahyani, R. Supriyanto, Mala Kurniati. *Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Muda Plantation Lampung Dengan Analisa Biomarker Indeks Fisiologi Dan Perubahan Histologi hati Ikan Nila (Oreochromis niloticus linn)*. (Bandar Lampung, FMIPA UNILA, 2009), h. 4.

Analisis biomarker dengan mengetahui indeks fisiologi dan perubahan struktur histologi pada tingkat akuatik khususnya hewan uji ikan dapat dijadikan sebagai bioindikator yang efektif untuk mengetahui tingkat efektifitas pengolahan air limbah.¹¹

Dalam dunia pendidikan masalah pencemaran masuk dalam materi pencemaran lingkungan. Materi pencemaran lingkungan merupakan materi yang dekat dengan kehidupan sehari-hari, seperti ekologi yang merupakan suatu ilmu tentang hubungan timbal balik antar makhluk hidup dengan sesamanya dan dengan benda-benda tidak hidup disekitarnya.¹² Dengan pemahaman konsep ekologi yang lebih mendalam serta pemahaman tentang etika lingkungan dapat menumbuhkan kesadaran dalam upaya melakukan kegiatan konservasi, sehingga sangat penting diberikan kepada peserta didik, karna pendidikan ialah bidang yang memfokuskan kegiatannya pada proses belajar mengajar (transfer ilmu).¹³

Kegiatan pendidikan mendapat apresiasi tinggi dalam Al-Qur'an. Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Mujaadilah Ayat 11 sebagai berikut :

يَتَأْتِيهَا الَّذِينَ ءَامَنُوا إِذَا قِيلَ لَكُمْ تَفَسَّحُوا فِي الْمَجَالِسِ فَافْسَحُوا
يَفْسَحِ اللَّهُ لَكُمْ وَإِذَا قِيلَ انشُزُوا فَانْشُزُوا يَرْفَعِ اللَّهُ الَّذِينَ ءَامَنُوا
مِنْكُمْ وَالَّذِينَ أُوتُوا الْعِلْمَ دَرَجَاتٍ وَاللَّهُ بِمَا تَعْمَلُونَ خَبِيرٌ ﴿١١﴾

¹¹ Ibid, h. 6.

¹² Winarno, R.. *Ekologi sebagai dasar untuk memahami tatanan dalam lingkungan hidup*. (Malang, Indonesia, 1992), h. 3.

¹³ Chairul Anwar, *Teori-teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer Formula dan Penerapannya Dalam Pembelajaran* (Yogyakarta : IRCISOD, 2017), h. 13.

Artinya: Hai orang-orang beriman apabila kamu dikatakan kepadamu :

”berlapan-lapanglah dalam majelis”.Maka lapangkanlah niscaya Allah akan memberi kelapangan untukmu. Dan apabila dikatakan : “Berdirilah kamu”. Maka berdirilah, niscaya kamu akan meninggikan orang-orang yang beriman di antaramu dan orang-orang yang diberi ilmu pengetahuan beberapa derajat. Dan Allah Maha mengetahui apa yang kamu kerjakan.”¹⁴

Ayat ini menjelaskan bahwa sesungguhnya, Allah mencintai hamba-Nya yang taat dan mengangkat derajat orang-orang yang berbuat kebaikan karena Allah. Oleh sebab itu, sangatlah jelas bahwa ketika kegiatan pendidikan berlangsung, maka nantinya ilmu pengetahuan peserta didik akan bertambah sehingga akan meningkatkan derajat dimata-Nya. Pendidikan berkaitan dengan suatu proses menyiapkan peserta didik guna mengoptimalkan kemampuan peserta didik menjadi generasi yang unggul.¹⁵

Pendidikan juga merupakan penyiapan untuk menjadi manusia yang berilmu pengetahuan. Tenaga pendidik dalam kegiatan pembelajaran berperan sebagai seseorang yang merancang dan fasilitator yang menyampaikan bahan pembelajaran melalui kegiatan komunikasi yang baik.¹⁶

Sehingga diharapkan peserta didik dapat memahami lebih dalam kajian materi yang membahas tentang fenomena perubahan lingkungan yang berkenaan dengan penyebab terjadinya perubahan lingkungan, dampak yang ditimbulkan

¹⁴ Departemen Agama RI, *Al-Hikmah Al-Qur.an dan Terjemahannya* (Bandung; Diponegoro, 2010), h. 58

¹⁵ Chairul Anwar, *Hakikat Manusia dengan Pendidikan Sebuah Tinjauan Filosofis* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014), h. v.

¹⁶ *Ibid*, h. 393

terhadap lingkungan dan upaya pelestarian yang dapat dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

Kota Bandar Lampung secara hidrologis dilalui oleh sungai-sungai yang masuk dalam Wilayah Sungai Way Seputih dan Way Sekampung. Sungai-sungai tersebut diantaranya Sungai Way Halim, Way Awi, di wilayah Tanjung Karang dan Way Kuripan, Way Balau, Way Garuntang, mengalir di wilayah Teluk Betung. Kota Bandar Lampung mempunyai 2 sungai besar yaitu Way Kuripan dan Way Kuala, dan 23 sungai-sungai kecil. Sungai-sungai yang melintasi Kota Bandar Lampung adalah sungai kecil dengan debit air yang kecil diantaranya adalah, Way Penengahan, Way Kunit, Way Keteguhan dan Way Belau.¹⁷

Kota Bandar Lampung sangat banyak dilintasi sungai, salah satu sungai tersebut adalah Sungai Way Belau. Masyarakat sering menyebut sungai Way Belau ini dengan sebutan Sungai Batu Putu, hal tersebut dikarenakan aliran sungai ini melintasi objek Wisata Air Terjun Batu Putu. Aliran Sungai Way Belau ini melewati Desa Batu Putu, Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung dengan panjang ± 100 km.

Kondisi daerah hulu sungai ini masih terjaga dengan ekosistem hutan yang masih cukup alami. Pada daerah aliran sungai seperti di pertengahan sungai, telah mengalami perubahan tata guna lahan dan sampai di hilir sungai sudah identik perkebunan dan pemukiman warga sehingga berpotensi menyebabkan perubahan kualitas lingkungan perairan sungai. Di bagian hilir Sungai ini warna air yang mengalir sudah berubah warna, perubahan warna tersebut terjadi karena sebagian

¹⁷ Letak geografis kota Bandar Lampung” (On-line), tersedia di: <http://digilib.unila.ac.id> (9 februari 2017).

penduduk disepanjang sungai memanfaatkan sungai untuk mandi, mencuci, dan membuang sampah. Sebagian Industri dan penduduk yang berada di sekitaran pasar Cimeng juga turut ambil bagian dalam hal mencemari sungai seperti membuang limbah sisa produksi serta sampah-sampah pasar ke aliran sungai. Perilaku tersebut menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air di Sungai Way Belau. Beragamnya kegiatan manusia disepanjang Sungai Way Belau ini akan berpengaruh juga terhadap kehidupan biota sungai termasuk ikan yang hidup di sungai.

Berdasarkan uraian di atas serta beberapa penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti lain di berbagai daerah, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang penentuan tingkat pencemaran berdasarkan histologi hati dan insang ikan sebagai biomarker di sungai Way Belau Bandar Lampung.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka masalah yang dapat diidentifikasi sebagai berikut:

1. Pada bagian bantaran sungai telah berubah fungsi menjadi pemukiman penduduk dan banyaknya aktivitas masyarakat yang dilakukan di bantaran sungai seperti mandi, mencuci dan aktivitas industri.
2. Belum adanya penelitian terkini di sungai Way Belau yang menggunakan hati dan insang ikan sebagai biomarker.

C. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini akan dilakukan di sungai Way Belau, Bandar Lampung.
2. Penelitian ini menggunakan tiga stasiun penelitian.
3. Penelitian ini akan menghitung kandungan logam berat pada hati dan insang ikan yang terdapat pada sungai Way Belau.

D. Rumusan Masalah

Penentuan tingkat pencemaran logam berat yang menggunakan hati dan insang pada ikan sebagai biomarker belum pernah dilakukan di sungai Way Belau, sehingga belum adanya data yang menyatakan tentang tingkat pencemaran yang terjadi di sungai Way Belau dengan hati dan insang pada ikan sebagai biomarker. Berdasarkan uraian di atas maka timbul suatu masalah sebagai berikut:

1. Berapa jumlah kandungan logam berat pada hati dan insang ikan yang terdapat di sungai Way Belau?
2. Bagaimana tingkat pencemaran yang terjadi di sungai Way Belau secara fisika dan kimia?

E. Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Untuk mengetahui kandungan logam berat hati dan insang pada ikan yang terdapat di sungai Way Belau.
2. Untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi dengan menggunakan indikator fisika, kimia, dan biologi yang terdapat di sungai way belau.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari Penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti sebagai tambahan pengalaman, wawasan pengetahuan dan pemikiran sebagai calon sarjana Biologi.
2. Bagi institusi UIN Raden Intan Lampung sebagai bahan masukan untuk menambah keustakaan dan acuan untuk melanjutkan penelitian yang sejenis dan lebih mendalam dengan variabel yang berbeda.
3. Bagi dinas kesehatan dan para pemerhati lingkungan diharapkan penelitian ini sebagai informasi tentang tingkat pencemaran yang terjadi pada Sungai Way Belau
4. Bagi masyarakat diharapkan penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai kondisi pencemaran yang terjadi di Sungai Way Belau sehingga diharapkan masyarakat dapat sadar akan pentingnya menjaga lingkungan sekitar sungai.
5. Bagi peserta didik, yaitu sebagai sumber belajar bagi para peserta didik pada materi pencemaran lingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Pencemaran Air

Air merupakan bahan alam yang diperlukan untuk kehidupan manusia, hewan dan tanaman yaitu sebagai media pengangkutan zat-zat makanan, juga merupakan sumber energi serta berbagai keperluan lainnya. Air merupakan sumber kehidupan yang dibutuhkan oleh semua makhluk hidup. Jumlah air yang terdapat di permukaan bumi lebih kurang $1.36 \times 10^{18} \text{ m}^3$, terdiri atas air asin dan air tawar. Air tawar yang jumlahnya hanya 3% terdapat dalam berbagai wujud dan lingkungan yaitu berupa salju / es di kutub (75%); air tanah (24%); air permukaan (0.065%); berupa awan, kabut, embun (0.0035%) dan air hujan (0.03%) Jumlah air tawar di permukaan bumi relatif tetap, distribusinya menurut ruang dan waktu mengikuti siklus hidrologi.¹

Air permukaan adalah air yang berada di permukaan tanah. Air permukaan merupakan salah satu sumber yang dapat di pakai untuk bahan baku air bersih, terutama untuk air minum. Air permukaan merupakan sumber air yang mudah tercemar dibandingkan dengan sumber yang lain. Keadaan ini terutama berlaku bagi tempat tempat yang dekat dengan tempat tinggal penduduk. Hampir semua buangan dari sisa kegiatan manusia dilimpahkan kepada air atau di cuci dengan air, dan pada waktu di buang akan di buang ke badan air permukaan.²

¹Winata, Ekrar. *Kualitas Tanah Di Sepanjang Kali Gajah Wong Ditinjau Dari Pola Sebaran Escherichia coli (jurnal)*. yogyakarta: UGM.2013.

²Maulana, Rizal. *Gambaran Kualitas Air Sungai Ciulengsi Kabupaten Bogor Tahun 2001. Skripsi Program Sarjana(skripsi)*. FKM-UI.Depok.2001

Menurut Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 14/PRT/M/2010 tentang Standar Pelayanan Minimal Bidang Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang menyebutkan bahwa kebutuhan air rata-rata secara wajar adalah 60 l/orang/hari untuk segala keperluannya. Kebutuhan akan air bersih dari tahun ke tahun diperkirakan terus meningkat. Pada tahun 2000 dengan jumlah penduduk dunia sebesar 6,121 milyar diperlukan air bersih sebanyak 367 km³ per hari, maka pada tahun 2025 diperlukan air bersih sebanyak 492 km³ per hari, dan pada tahun 2100 diperlukan air bersih sebanyak 611 km³ per hari.

Masalah utama yang dihadapi berkaitan dengan sumber daya air adalah kuantitas air yang sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan yang terus meningkat dan kualitas air untuk keperluan domestik yang semakin menurun dari tahun ke tahun. Kegiatan industri, domestik, dan kegiatan lain berdampak negatif terhadap sumber daya air, termasuk penurunan kualitas air. Kondisi ini dapat menimbulkan gangguan, kerusakan, dan bahaya bagi makhluk hidup yang bergantung pada sumber daya air.

Penurunan kualitas air tidak hanya diakibatkan oleh limbah industri, tetapi juga diakibatkan oleh limbah rumah tangga baik limbah cair maupun limbah padat. Kasus penurunan kualitas air terjadi di beberapa wilayah Indonesia, termasuk di Kabupaten Cilacap. Di Kabupaten Cilacap, menurunnya kualitas air diakibatkan oleh pencemaran dari buangan limbah rumah tangga maupun limbah industri yang tidak mengindahkan aturan pembuangan dan pengolahan limbah yang benar terhadap kondisi lingkungan sekitarnya, sehingga berdampak pada

kondisi air sumur penduduk, air sungai maupun air tanah, terutama di Cilacap Kota

B. Pencemaran Sungai

Ekosistem air tawar dibedakan menjadi dua, yaitu perairan lentik dan perairan lotik. Sungai termasuk dalam perairan lotik yang ditandai dengan adanya arus. Perairan lotik berasal dari kata lotus yang artinya mencuci. Perairan lotik (mengalir) meliputi mata air, selokan atau sungai.³

Pada aliran air terdapat 2 zona utama, yaitu:

- a. Zona air deras: daerah yang dangkal dimana kecepatan arus cukup tinggi untuk menyebabkan dasar sungai bersih dari endapan dan materi lain yang lepas, sehingga dasarnya padat. Zona ini dihuni oleh bentos yang beradaptasi khusus atau organisme perifitik yang dapat melekat atau berpegang dengan kuat pada dasar yang padat.
- b. Zona air tenang: bagian air yang dalam di mana kecepatan arus sudah berkurang, maka lumpur dan materi lepas cenderung mengendap di dasar, sehingga dasarnya lunak, tidak sesuai untuk bentos permukaan tetapi cocok untuk penggali nekton dan pada beberapa kasus, plankton.⁴

Pencemaran sungai di duga kuat berasal dari kegiatan domestik, industri, pertanian dan perkebunan. Hal ini sejalan dengan pendapat Haslan yang menyatakan bahwa beberapa jenis aktivitas utama yang menimbulkan

³ Agoes soegianto., *Ekologi Perairan Tawar* (Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan AUP, 2010) h.49

⁴ Odum P Eugene. *Dasar-Dasar Ekologi*. (Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1993), h.375

pencemaran sungai antara lain, kegiatan domestik, kegiatan industri dan kegiatan pertanian, terutama akibat adanya penambahan pupuk dan pembasmi hama dimana senyawa-senyawa yang terdapat di dalamnya tidak mudah terurai walaupun dalam jumlah yang sedikit, tetapi justru aktif pada konsentrasi yang rendah. Aktivitas yang berlangsung dalam perairan sendiri seperti kegiatan transportasi, pengerukan, abrasi tebing, dan lainnya, juga menimbulkan pencemaran perairan sungai, yang akan mempengaruhi kondisi ekologisnya.

Keberadaan bahan pencemar tersebut menyebabkan penurunan kualitas perairan muara atau hilir sungai, karena adanya akumulasi bahan-bahan pencemar yang bersumber dari aliran sungai ke muara. Terjadinya akumulasi bahan pencemar dikhawatirkan dapat menimbulkan kerusakan yang lebih parah terhadap ekosistem muara sungai diantaranya adalah penurunan kualitas perairan muara sungai yang tidak sesuai lagi dengan peruntukannya, serta hilangnya keanekaragaman hayati khususnya spesies asli muara sungai. Dampak yang timbul tidak hanya dapat menimbulkan kerugian secara ekonomis tetapi juga dapat merugikan secara ekologis, berupa penurunan produktivitas hayati perairan dan keanekaragaman sumber daya hayati.⁵

C. Biomarker

Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui adanya perubahan suhu air, adanya perubahan pH atau konsentrasi ion Hidrogen, adanya perubahan warna,

⁵Nur El Fajri, *Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau Dari Sifat Fisik-Kimia Dan Makrozoobentos* (Riau: Perikanan Terubuk, 2013), h. 2.

bau dan rasa air, timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut, adanya mikroorganisme dan meningkatnya radioaktivitas air lingkungan. Adanya tanda atau perubahan tersebut menunjukkan bahwa air telah tercemar. Organisme yang keadaannya dapat memberikan respon perubahan yang diakibatkan perubahan lingkungan disebut sebagai indikator biologi (bioindikator). Bioindikator yang ada pada jalur air dan mungkin akan sampai pada manusia adalah: Phytoplankton, zooplankton, kerang, udang dan ikan.⁶

sifat-sifat yang harus dimiliki oleh suatu organisme yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam di perairan, adalah sebagai berikut :

1. Spesies-spesies harus mengakumulasi polutan tanpa mengakibatkan kematian pada organisme yang terpengaruh dalam lingkungannya
2. Semua individu-individu dari spesies indikator harus menunjukkan korelasi sederhana yang sama antara kandungan residu mereka dan konsentrasi polutan rata-rata dalam air disekelilingnya, atau lapisan-lapisan (endapan) dasar mak2anan atau semua lokasi.
3. Organisme harus menetap untuk memastikan bahwa temuan dapat mencirikan daerah yang dipelajari.
4. Spesies-spesies yang hidupnya lama lebih diinginkan karena mereka memungkinkan diambil sampel untuk beberapa tahun jika diperlukan.

⁶Junior. T.G. Miller, *Living in The Environment : Principle, Connection and Solutions*(Singapore: Thompson Brooks/Cole,2007),h, 12.

5. Spesies harus terdapat banyak sekali sepanjang area studi dan lebih disukai yang mempunyai distribusi tersebar luas untuk memudahkan perbandingan diantara area-area.
6. Spesies-spesies harus mempunyai ukuran yang cukup sehingga memberikan jaringan-jaringan yang memadai untuk dianalisis. Sifat ini menolong dalam hal pembedahan bila dilakukan study akumulasi dalam organ-organ khusus.
7. Spesies-spesies harus mudah diperoleh dan kuat untuk sampai di laborat

Kualitas lingkungan perairan dapat diketahui berdasarkan perubahan dalam sistem atau parameter biologi yang terpilih, pendekatan ini dikenal dengan istilah biomonitoring. Biomonitoring adalah cabang dari monitoring lingkungan yang mengacu pada penggunaan organisme hidup, yang digunakan sebagai pendugaan residu bahan pencemar dalam jaringan organisme sampai pendugaan akhir pengaruh biologi spesifik. Bentuk atau tipe biomonitoring dapat dikembangkan berdasarkan perubahan karakteristik secara biokimia, fisiologi, morfologi atau tingkah laku organisme, disamping berdasarkan cara konvensional seperti struktur komunitas yang meliputi kelimpahan dan indeks keanekaragaman

Biomarker di definisikan sebagai respon secara biologi terhadap pencemaran lingkungan yang memberikan besarnya pengaruh toksik bahan pencemar. Biomarker merupakan akhir dari uji ekotoksikologi yang menunjukkan

efek pada organisme hidup. Salah satu fungsi dari biomarker adalah sebagai tanda peringatan dini, dari pengaruh secara biologi.

Penanda biologis atau biomarker di dalam ikan dapat berfungsi sebagai alat yang berguna untuk mengevaluasi beban pencemaran di lingkungan perairan dan menerima sinyal peringatan dini yang berhubungan dengan ancaman lingkungan yang baru. Penanda biologis didefinisikan sebagai pengukuran spesifik yang merefleksikan adanya interaksi biologis dengan agen lingkungan misalnya Cd, Cr maupun Hg. Penanda biologis biasa digunakan untuk analisis resiko di bidang kesehatan lingkungan. Penggunaan biomarker untuk monitoring lingkungan merupakan sebuah metode yang memanfaatkan analisis kimia seperti halnya bioindikator. Biomarker adalah respon-respon yang diukur pada tingkat individu, yang berkisar dari pengukuran enzim dan metabolisme *xenobiotic* pada indek organ dan kondisi keseluruhan. Monitoring lingkungan perairan dengan biomarker dapat dilakukan dengan berbagai kelompok organisme, tetapi yang paling umum adalah ikan

Ikan merupakan organisme yang memiliki sifat-sifat tersebut, oleh karena itu ikan merupakan organisme perairan yang sangat representatif untuk menduga pencemaran perairan. Ikan merupakan bioindikator yang baik untuk pencemaran logam berat di perairan. Kekhawatiran utama terhadap beberapa logam berat adalah pengaruhnya yang bersifat akumulatif. Pemajanan berulang-ulang pada kadar yang rendah dapat terakumulasi pada jaringan ikan dengan kadar yang jauh lebih tinggi.

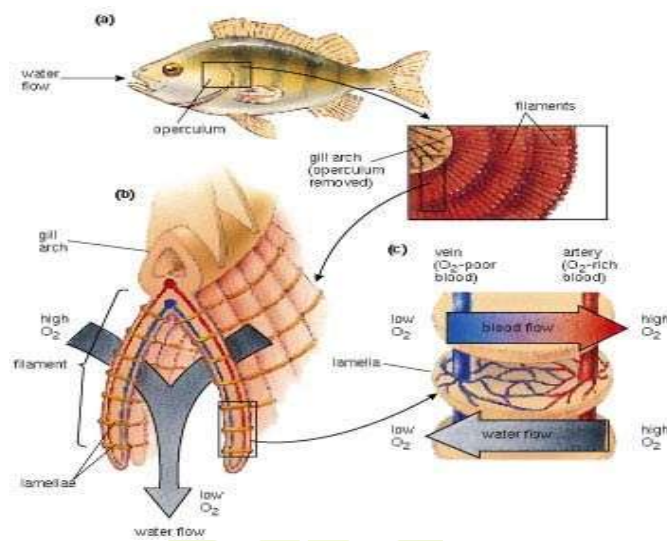
Logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya.⁷ Logam berat menjadi berbahaya disebabkan proses bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Terakumulasinya logam berat pada organ tubuh ikan, diduga karena logam berat yang terlarut dalam perairan dan diserap (absorpsi) masuk ke dalam tubuh ikan secara langsung (melalui insang dan kulit), maupun secara tidak langsung (melalui saluran pencernaan dan proses makan memakan). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh tersebut ada yang dikeluarkan kembali melalui sistem ekskresi baik melalui insang maupun melalui ginjal, dan ada pula yang dikeluarkan melalui sistem pencernaan.⁸ Selanjutnya, apabila biota air (ikan) tidak mampu mengeliminasi logam berat tersebut dari tubuhnya, maka logam berat akan terakumulasi pada berbagai organ tubuh, seperti pada hati, limpa, ginjal, insang, dan daging.

Insang ikan terdiri dari sekumpulan *filament* yang ditopang oleh kerangka dari *gill arch*. Setiap *filament* tertutup oleh lapisan tipis yang disebut *lamella*. Darah mengalir melewati setiap *lamella* melalui suatu jaringan kapiler. Pada setiap *lamella*, terjadi proses transfer oksigen antara air yang dengan kandungan oksigen tinggi dan darah dengan kandungan oksigen rendah. Melalui proses ini, ikan dapat mengekstraksi 85% oksigen dari air yang melewati insang mereka.⁹

⁷ Shraf. *Levels Of Selected Heavy Metals in Tuna*. (The Arabian Journal for Science and Engineering.2006) h. 31.

⁸ Riani, E. *Perubahan iklim dan kehidupan biota akuatik (bioakumulasi bahan berbahaya dan beracun dan reproduksi)*. (IPB Press. 2012) h. 216

⁹ Mahastuti, *Analisis Terhadap pencemaran Merkuri (Hg) Di Wilayah Bantar Panjang Sebagai Daerah Aliran Sungai Citarum Dengan Menggunakan Biomarker* (Citarum, 2007), h. 32.



Gambar 2.1 Insang Ikan

Selain itu, toksisitas bahan pencemar yang melukai insang dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses *anoxemia*, yaitu terhambatnya fungsi pernapasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang. Pengaruh bahan pencemar terhadap ekologi bersifat jangka panjang, meliputi kerusakan struktur komunitas, keturunan, jaringan makanan, tingkah laku hewan air, fisiologi, resistensi maupun pengaruhnya yang bersifat sinergisme. Sedangkan pengaruhnya yang bersifat linier terjadi pada tumbuhan air, yaitu semakin tinggi kadar pencemaran semakin besar pengaruh racunnya.¹⁰

Pada dasarnya, setiap jenis biota air, termasuk ikan, memiliki tingkat sensitifitas yang berbeda terhadap bahan pencemar. Perbedaan sensitifitas tersebut berkaitan erat dengan perbedaan aktifitas dari ikan-ikan tersebut. Tingkat toksisitas pencemaran juga berhubungan dengan *respiratory flow* dari masing-masing organisme. Secara tidak langsung kadar oksigen terlarut yang

¹⁰ *Ibid*, h. 34.

rendah mengharuskan ikan untuk lebih banyak memompa air melalui insangnya sehingga *respiratory flow* meningkat dan lebih banyak racun akan terserap masuk ke dalam tubuh melalui insang. Dengan demikian, semakin tinggi *respiratory flow*, meningkat pula toksisitas dari bahan pencemar tersebut.¹¹

Hati merupakan organ vital yang berfungsi sebagai detoksifikasi dan mensekresikan bahan kimia yang digunakan untuk proses pencernaan. Hati berperan penting dalam proses metabolisme dan transformasi bahan pencemar dari lingkungan. Dengan demikian hati merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi zat toksik sehingga mudah terkena efek pencemaran. Sebagai zat toksik yang masuk ke dalam tubuh setelah diserap oleh sel akan dibawa ke hati oleh vena porta hati, sehingga hati berpotensi mengalami kerusakan.¹²

Dengan adanya zat toksik maka dapat mempengaruhi struktur histologi hati sehingga dapat mengakibatkan patologi hati seperti pembengkakan sel, rangkaian nekrosis atau *bridging necrosis*, degenerasi intralobular dan fokal nekrosis, fibrosis, dan cirrhosis, penelitian mengenai histologi hati ini pernah dilakukan oleh Tugiyono dengan uji skala industri dengan menggunakan ikan Nila (*Oreochromis niloticus linn*) yang ada di pengolahan air limbah pabrik gula Gunung Madu Plantation di daerah Lampung Tengah. Hasil menunjukkan ikan Nila (*Oreochromis niloticus linn*) mengalami gejala histologi berupa kongesti atau perlemakan hati dan akumulasi sel darah merah. Oleh karena itulah, organ hati dan insang sangat rentan terhadap pengaruh kontaminan sehingga perlu adanya

¹¹ *Ibid*, h. 35

¹² Adhelia Setyowati, Dewi Hidayati, Nurlita Abdulghani, *Studi Histologi Hati Ikan Belanak (Mugil cephalus) Di Muara Sungai Aloo Sidoarjo* (Institute Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 2011), h. 4.

penelitian lanjutan dalam skala lapangan di aliran sungai yang terpapar bahan pencemar.

Ikan Gabus adalah ikan air tawar yang memiliki ciri-ciri seluruh tubuh dan kepala ditutupi sisik sikloid dan stenoid. Bentuk badan hampir bundar dibagian depan dan pipih tegak ke arah belakang sehingga disebut ikan berkepala ular (snake head), panjang dan semakin ke belakang semakin pipih (compressed). Bagian punggung cembung, perut rata dan kepala pipih seperti ular (snake head). Warna tubuh pada bagian punggung hijau kehitaman dan bagian perut berwarna cream atau putih. Sirip ikan gabus tidak memiliki jari-jari keras, mempunyai sirip punggung dan sirip anal yang panjang dan lebar, sirip ekor berbentuk setengah lingkaran, sirip dada lebar dengan ujung membulat. Ikan gabus dapat mencapai panjang 90 - 110 cm.¹³

Ikan Gabus dapat diklasifikasikan secara taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Animalia

Phylum : Chordata

Class : Actinopterygii

Ordo : Perciformis

Family : Channidae

Genus : Channa

Species : *Channa striata*

¹³ Makmur M. P. Camargo and Cláudia B. R. Martinez. *Histopathology of gills, kidney and liver of a Neotropical fish caged in an urban stream*. Laboratory of Animal Ecophysiology, (Department of Physiological Sciences State University of Londrina (UEL). Neotropical Ichthyology, 2007), h. 327-336

Panjang ikan Gabus dapat mencapai 1 meter dengan ukuran rata-rata mencapai antara 60 - 75 cm. Ikan gabus banyak ditemukan di sungai-sungai, danau dan rawa. Selain itu ikan gabus kadang terdapat di air payau yang bersalinitas rendah dan dapat pula hidup di air kotor dengan kadar oksigen rendah, bahkan tahan terhadap kekeringan. Ikan gabus ditemukan di berbagai daerah perairan umum di Indonesia dengan nama yang berbeda.

Mulut Ikan Gabus lebar dan memiliki 4-7 gigi canine pada bagian rahang bawah. Pada bagian belakang gigi canine terdapat gigi *villiform* yang melebar sampai 6 baris pada bagian belakang rahang. Sirip dada setengah dari panjang kepala dan terdiri 15-17 duri. Sirip punggung terdiri dari 37-46 duri, sirip dubur terdiri dari 23-29 duri, sirip perut terdiri dari 6 duri. Sirip ekor berbentuk bulat. Sisik di bagian atas kepala berukuran besar, melingkar, berhimpitan, dan sisik kepala di bagian depan sebagai pusatnya, 9 baris sisik terdapat diantara bagian *preoperculum* dan batas posterior dari lingkaran yang terdiri dari 18-20 sisik predorsal, 50-57 sisik di bagian lateral yang biasa disebut sebagai sisik orbit.

Ikan gabus merupakan jenis ikan air tawar yang dapat hidup di sungai, danau, kolam, bendungan, rawa, banjir, sawah bahkan parit, dan air payau. Allington menyatakan bahwa ikan ini mampu menghirup udara dari atmosfer karena memiliki organ napas tambahan pada bagian atas insangnya. Hal ini juga yang membuat ikan tersebut mampu bergerak dalam jarak jauh pada musim kemarau untuk mencari sumber air. Sama seperti pada ikan lele (*Clarias* sp.), ikan betok (*Anabas testudineus*), ikan sepat (*Trichogaster* sp.) yang tergolong jenis-jenis ikan *labirintchy* yang punya alat bantu pernafasan. Dengan adanya alat bantu

pernafasan ini, maka ikan gabus mampu memanfaatkan oksigen yang ada di atmosfer sebagai sumber gas pernafasan, sehingga ikan gabus mampu mempertahankan hidupnya lebih dari 8 jam tanpa air.

Ikan gabus hidup dengan kondisi perairan yang mempunyai pH 6,2-7,8 dan temperatur 26,5-31,5°C. Selain di perairan tawar (sungai, rawa-rawa, irigasi, sawah), ikan gabus juga ditemukan di perairan payau/agak asin. Ikan gabus dapat ditemukan di perairan dataran rendah dan juga di dataran tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa ikan gabus memiliki toleransi terhadap lingkungan, bahkan dalam kondisi yang sangat ekstrim (rawa-rawa kering) ikan ini dapat mempertahankan diri dengan cara mengubur diri dalam lumpur.¹⁴

Ikan Mas termasuk famili Cyprinidae yang mempunyai ciri-ciri umum, badan ikan Mas berbentuk memanjang dan sedikit pipih ke samping (Compressed) dan mulutnya terletak di ujung tengah (terminal), dan dapat disembulkan, bagian mulut dihiasi dua pasang sungut, yang kadang-kadang satu pasang diantaranya kurang sempurna dengan warna badan yang sangat beragam.

Ikan Mas dapat diklasifikasikan secara taksonomi sebagai berikut:

Filum : Chordata

Kelas : Pisces

Ordo : Ostariophysi

Famili : Cyprinidae

Genus : Cyprinus

Species : *Cyprinus carpio*, L.

¹⁴Ayi Anggraeni, Pengaruh Pemberian Enzim Terhadap Pakan Ikan Gabus”(Lampung: UNILA, 2018) h. 22

Di kalangan petani maupun masyarakat, ikan Mas telah lama dikenal dan disukai (dikonsumsi), sehingga pemasarannya tidaklah sulit. Selain itu sebagai ikan budidaya, ikan Mas memiliki keunggulan, yaitu dapat dikembangkan hanya dengan perbaikan lingkungan atau manipulasi lingkungan dan kawin suntik (hipofisasi). Makanan bagi ikan Mas juga tidak sulit, karena ia mau menyantap segala jenis makanan alami maupun buatan (pelet), termasuk jagung atau jenis padi-padian. Ikan Mas termasuk jenis ikan omnivora.

Tubuh ikan Mas dibagi (3) tiga bagian, yaitu kepala, badan, dan ekor. Pada kepala terdapat alat-alat, seperti sepasang mata, sepasang cekung hidung yang tidak berhubungan dengan rongga mulut, celah-celah insang, sepasang tutup insang, alat pendengar dan keseimbangan yang tampak dari luar. Jaringan tulang atau tulang rawan yang disebut jari-jari. Sirip-sirip ikan ada yang berpasangan dan ada yang tunggal, sirip yang tunggal merupakan anggota gerak yang bebas. Saluran pencernaan ikan Mas berupa segmen-segmen, meliputi mulut, rongga mulut, faring, esofagus, pilorus, usus, rektum dan anus. Ikan Mas dapat memakan plankton maupun invertebrata kecil. Atas dasar inilah maka dapat dikatakan bahwa ikan Mas merupakan ikan omnivora yang cenderung herbivora.

Keadaan usus yang sangat panjang pada ikan herbivora merupakan kompensasi terhadap kondisi makanan yang memiliki kadar serat yang tinggi sehingga memerlukan pencernaan lebih lama. Hal ini dapat dibuktikan melalui pengamatan pada organ dalam ikan Mas yang tidak ditemukan adanya lambung tetapi bagian depan usus halus terlihat membesar yang lebih dikenal dengan istilah “lambung palsu”. Ikan Mas memiliki panjang usus yang melebihi panjang tubuh

ikan. Pada pengukuran yang telah dilakukan diketahui bahwa tubuh ikan Mas memiliki panjang baku 19 cm sedangkan panjang ususnya mencapai 50 cm atau hampir tiga kali lipat dari panjang tubuhnya. Usus yang panjang tersebut bertujuan untuk mendapatkan hasil hidrolisis makromolekul makanan secara maksimal.

Ikan Mas dapat tumbuh normal, jika lokasi pemeliharaan berada pada ketinggian antara 150-1000 m di atas permukaan laut, dengan suhu 20 dan pH air antara 7-8. Di antara jenis ikan Mas itu sendiri, jika diamati lebih lanjut, ada perbedaan dari segi sisik, bentuk badan, sirip mata dan perbedaan ini menunjukkan adanya perbedaan ras pada jenis ikan air tawar.¹⁵ Kemudian terdapat penelitian yang dilakukan oleh Ratningsih yang mengemukakan bahwa ikan mas (*Cyprinus carpio* L), dapat menunjukkan reaksi terhadap perubahan fisik air maupun terhadap adanya senyawa pencemar yang terlarut dalam batas konsentrasi tertentu, selain itu ikan mas juga peka terhadap berbagai jenis zat pencemar pada perairan tawar dan merupakan ikan standar internasional uji toksisitas. Oleh karena itu, adanya zat toksik dalam perairan akan berpengaruh terhadap kondisi organ ikan mas salah satunya yaitu hati.¹⁶

Ikan nila merupakan jenis ikan air tawar yang mempunyai nilai konsumsi cukup tinggi. Bentuk tubuh memanjang dan pipih ke samping dan warna putih kehitaman atau kemerahan. Ikan nila berasal dari Sungai Nil dan danau-danau sekitarnya. Sekarang ikan ini telah tersebar ke negara-negara di lima benua yang

¹⁵ Riana Riastina, Pengaruh Pemberian Simplisia Terhadap Benih Ikan Mas, (Bandung: UMP, 2016), h. 17

¹⁶ Ratningsih N. Uji toksisitas molase pada respirasi ikan mas (*Cyprinus carpio* L.). (*J.Biotika*.2008), h. 6.

beriklim tropis dan subtropis. Di wilayah yang beriklim dingin, ikan nila tidak dapat hidup baik. Ikan nila disukai oleh berbagai bangsa karena dagingnya enak dan tebal seperti daging ikan kakap merah. Terdapat tiga jenis ikan nila yang dikenal, yaitu nila biasa, nila merah (nirah) dan nila albino. Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) mempunyai klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
 Filum : Chordata
 Kelas : Osteichthyes
 Ordo : Percomorphi
 Famili : Cichlidae
 Genus : *Oreochromis*
 Spesies : *Oreochromis niloticus*

Morfologi ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mempunyai ciri-ciri bentuk tubuh bulat pipih, punggung lebih tinggi, pada badan dan sirip ekor (caudal fin) ditemukan garis lurus (vertikal). Pada sirip punggung ditemukan garis lurus memanjang. Ikan Nila (*oreochormis niloticus*) dapat hidup diperairan tawar dan mereka menggunakan ekor untuk bergerak, sirip perut, sirip dada dan penutup insang yang keras untuk mendukung badannya. Nila memiliki lima buah Sirip, yaitu sirip punggung (dorsal fin), sirip dada (pectoral fin) sirip perut (ventral fin), sirip anal (anal fin), dan sirip ekor (caudal fin). Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang sampai bagian atas sirip ekor. Terdapat juga sepasang sirip dada dan sirip perut yang berukuran kecil dan sirip anus yang

hanya satu buah berbentuk agak panjang. Sementara itu, jumlah sirip ekornya hanya satu buah dengan bentuk bulat.

Ikan nila merupakan ikan konsumsi yang umum hidup di perairan tawar, terkadang ikan nila juga ditemukan hidup di perairan yang agak asin (payau). Ikan nila dikenal sebagai ikan yang bersifat euryhaline (dapat hidup pada kisaran salinitas yang lebar). Ikan nila mendiami berbagai habitat air tawar, termasuk saluran air yang dangkal, kolam, sungai dan danau. Ikan nila dapat menjadi masalah sebagai spesies invasif pada habitat perairan hangat, tetapi sebaliknya pada daerah beriklim sedang karena ketidakmampuan ikan nila untuk bertahan hidup di perairan dingin, yang umumnya bersuhu di bawah 21°C. Menurut Mudjiman, Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) adalah termasuk campuran ikan pemakan campuran(omnivora)¹⁷.

Tugiyono mengungkapkan bahwa ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn) merupakan salah satu hewan uji yang dapat digunakan sebagai bioindikator adanya tekanan perubahan lingkungan khususnya di perairan. Karena perubahan struktur histologi hati ikan Nila dapat dijadikan parameter efek sublethal bahan pencemar pada ikan karena fungsi detoksifikasi terutama dilakukan oleh hati, dengan begitu ikan dapat dijadikan sebagai bioindikator yang efektif untuk mengetahui tingkat efektifitas pengolahan air limbah.¹⁸

¹⁷ Mika Fajri, *Budidaya Ikan Nila*, (Bandung: Djambatan, 2009), h. 36

¹⁸ Tugiyono, Nuning Nurcahyani, R. Supriyanto, Mala Kurniati. *Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Muda Plantation Lampung Dengan Analisa Biomarker Indeks Fisiologi Dan Perubahan Histologi hati Ikan Nila (Oreochromis niloticus linn)*. (Bandar Lampung, FMIPA UNILA, 2009), h. 4.

Ikan Sapu-Sapu (*Liposarcus pardalis*) termasuk dalam golongan ikan tropis yang dikenal sebagai plecotomus yang merupakan bagian dari keluarga *Amored Catfish* (Loricariidae). Ikan Sapu-Sapu (*Liposarcus pardalis*) dapat diklasifikasikan secara taksonomi sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
 Phylum : Chordata
 Class : Actinopterygii
 Ordo : Siluriformes
 Family : Loricariidae
 Genus : Liposarcus
 Species : *Liposarcus pardalis*

Jenis ikan plecostomus dapat ditemukan pada berbagai wilayah perairan seperti aliran sungai yang sempit di pegunungan, muara sungai, bahkan pada perairan dengan tingkat pencemaran tinggi.

Deni Prastyo mengungkapkan ikan sapu-sapu (*Macronathus maeveatus*) dapat mengakumulasi bahan pencemar di dalam tubuhnya, seperti logam berat yang masuk kedalam tubuh ikan akan cenderung menumpuk dalam tubuh ikan. Ikan sapu-sapu yang telah tercemar logam berat bila dikonsumsi akan berpotensi menimbulkan berbagai penyakit baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.¹⁹

¹⁹ Prasetyo D, *Bioakumulasi logam kromium (cr) pada insang, hati, dan daging ikan yang tertangkap di hulu sungai cimanuk kabupaten garut*.(universitas padjajaran, 2016), h. 5

Beberapa nama lain dari spesies ikan ini diantaranya adalah *Hypostomus pardalis*, *Liposarcus pardalis*, *Liposarcus varius*, dan *Liposarcus jeansianus*.

Karakter utama dari golongan Loricariidae adalah mulut penghisap. Bentuk bibir dan mulut memungkinkan ikan untuk makan, bernafas, dan menempel pada objek dengan cara menghisap. Ikan Sapu-Sapu dapat tumbuh hingga mencapai 15.75 inchi (40cm).

Mulut penghisap ikan Sapu-Sapu memungkinkan jenis ikan ini untuk menempel pada suatu benda di lingkungan mereka, bahkan pada sunai aliran deras. Mulut dan gigi ikan juga beradaptasi terhadap berbagai makanan seperti alga dan invertebrate. Umumnya ikan Sapu-Sapu memiliki batas teritorial tertentu dalam lingkungannya terhadap sesama jenis ikan yang lebih besar.

Walaupun ikan Sapu-Sapu bias hidup pada perairan dalam, namun mereka memiliki kemampuan untuk menghirup udara dari permukaan air pada musim kemarau atau pada saat kandungan *Dissolved Oxygen* (DO) dalam air rendah.

Keluarga ikan Loricariidae memiliki beberapa strategi reproduksi. Beberapa diantaranya adalah penyimpanan telur pada bagian batu, dan membawa telur. Biasanya induk ikan akan merawat anaknya dengan baik. Sedangkan sang jantan akan menjaga telur atau bahkan setelah menetas. Umumnya telur akan menetas dalam 4 sampai 20 hari, tergantung pada spesies ikan.

D. Kualitas Air

Kualitas air yaitu sifat air dan kandungan makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain didalam air, yang dinyatakan dengan beberapa parameter, yaitu

parameter fisika (suhu, kekeruhan, padatan terlarut), parameter kimia, (pH, Oksigen terlarut, BOD, Kadar logam) dan parameter biologi (kelimpahan organisme).²⁰

Parameter kualitas air yang digunakan untuk keperluan perikanan di Indonesia telah tercantum dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Kriteria kualitas air berdasarkan pemanfaatannya memiliki empat kelas dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Air Berdasarkan Peruntukannya.²¹

Klasifikasi Air Berdasarkan Kelas	Peruntukan
Kelas 1	Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
Kelas 2	Air yang peruntukannya dapat dapat digunakan untuk prasaranan atau sarana rekreasi air. Pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukan lain untuk mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaannya tersebut.
Kelas 3	Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau paeruntukan lain yang mempersyaratkan air yang sama dengan kegunaan tersebut.
Kelas 4	Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertamanan dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sama dengan kegunaan tersebut

²⁰PP. No. 82, *Pengolahan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, (Jakarta, 2001), h. 28

²¹ *Ibid*, h. 26-28

Sesuai dengan peraturan yang tertera pada Tabel 1. Untuk keperluan sehari-hari seperti mencuci dll, digunakan klasifikasi kualitas Nomor 1 dan pada Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, dipaparkan pula mengenai kriteria mutu kualitas air kelas 1 pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2.2 Kriteria Mutu Kualitas Air Kelas 1

Parameter	Kadar Maksimum
Fisika	
Temperatur (°C)	Deviasi 3
Residu terlarut (mg/L)	1000
Residu tersuspensi (mg/L)	50
Kimia	
pH	6-9
BOD (mg/L)	2
COD (mg/L)	10
DO (mg/L)	6 (batas minimum)
Total Fosfor (mg/L)	0,2
NO ³ sebagai N (mg/L)	10
Arsen (mg/L)	1
Kobalt (mg/L)	0,2
Boron (mg/L)	1
Selenium (mg/L)	0,05
Cadmium (mg/L)	0,01
Khrom (mg/L)	0,05
Tembaga (mg/L)	0,02
Timbal (mg/L)	0,03
Air raksa (mg/L)	0,0002
Seng (mg/L)	0,05
Sianida (mg/L)	0,02
Flourida (mg/L)	1,5
Nitrat sebagai N (mg/L)	0,06
Khlorin bebas (mg/L)	0,03
Belerang sebagai H ₂ S (mg/L)	0,0002
Amonia sebagai NH ₃ (mg/L)	0,02
Mikrobiologi	
Fecal coliform (jml/100 ml)	100
Total coliform (jml/100 ml)	1000

a. Indikator Fisika

1. Suhu

Suhu atau temperatur di suatu sungai akan berfluktuasi mengikuti aliran air mulai dari hulu menuju hilir/muara. Daerah hulu (rhithal) mempunyai fluktuasi tahunan yang paling kecil, sepanjang aliran sungai fluktuasi tahunan akan semakin besar dan mencapai maksimum di daerah hilir (potamal). Suhu perairan mengalami fluktuasi setiap hari, terutama mengikuti pola suhu udara lingkungan, intensitas cahaya matahari, letak geografis, penutupan, dan kondisi internal perairan seperti kekeruhan, kedalaman, kecepatan arus, dan timbunan bahan organik di dasar perairan. Meningkatnya suhu sebesar 10°C akan meningkatkan laju metabolisme sebesar 2-3 kali lipat. Naiknya suhu menyebabkan kelarutan oksigen dalam air menurun, sehingga organisme air sulit untuk respirasi. Suhu udara yang baik untuk perkembangan organisme akuatik dan tidak menimbulkan tekanan yang berbahaya berkisar antara 24°C - 27°C .

2. Kekeruhan

Banyaknya jumlah partikel tersuspensi di dalam air akan mempengaruhi kekeruhan atau turbiditas perairan. Turbiditas pada ekosistem perairan juga sangat berhubungan dengan kedalaman, kecepatan arus, tipe substrat dasar, dan suhu perairan. Pengaruh ekologis kekeruhan adalah menurunnya daya penetrasi cahaya

matahari ke dalam perairan juga akan berakibat terhadap mekanisme pernafasan organisme perairan.

3. Konduktivitas

Konduktivitas air adalah kemampuan untuk menghantarkan arus listrik, dan secara tidak langsung untuk mengukur konsentrasi ion. Semakin banyak ion-ion yang terdapat di dalam air maka semakin banyak juga arus listrik yang dapat dihantarkan oleh air itu. Besar konduktivitas fluida dinyatakan dalam *microsiemens* per centimeter pada 25°C.

4. Warna, Bau, dan Rasa

Pembuangan limbah ke perairan dapat mengubah warna, bau, dan rasa. Bahan buangan tersebut dapat larut dalam air menjadi koloid atau mengendap. Bahan yang dapat larut, sulit untuk dipisahkan kembali. Bahan yang menjadi koloid, wujudnya melayang-layang dalam air sehingga masih dapat disaring menggunakan saringan halus dan yang mengendap dapat dipisahkan.

b. Indikator Kimia

Adanya bahan-bahan kimia, seperti minyak, herbisida, dan insektisida dapat mencemari air. Penggunaan obat-obatan untuk memberantas hama dan penyakit tanaman pertanian juga dapat mencemari perairan. Demikian industri besar, rumah sakit, laboratorium semuanya dapat mencemari air, begitu limbahnya di buang begitu saja ke alam tanpa diolah terlebih dahulu.

Dalam PP No. 20/2001 tentang Pengendalian Pencemaran Air, pencemaran air didefinisikan sebagai: “pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya” . Definisi pencemaran air tersebut dapat diuraikan sesuai makna pokoknya menjadi 3 (tiga) aspek, yaitu aspek kejadian, aspek penyebab atau pelaku dan aspek akibat.²²

Berdasarkan definisi pencemaran air, penyebab terjadinya pencemaran dapat berupa masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air sehingga menyebabkan kualitas air tercemar. Masukan tersebut sering disebut dengan istilah unsur pencemar, yang pada prakteknya masukan tersebut berupa buangan yang bersifat rutin, misalnya buangan limbah cair. Aspek pelaku/penyebab dapat yang disebabkan oleh alam, atau oleh manusia. Pencemaran yang disebabkan oleh alam tidak dapat berimplikasi hukum, tetapi Pemerintah tetap harus menanggulangi pencemaran tersebut. Sedangkan aspek akibat dapat dilihat berdasarkan penurunan kualitas air sampai ke tingkat tertentu. Pengertian tingkat tertentu dalam definisi tersebut adalah tingkat kualitas air yang menjadi batas antara tingkat tak-cemar (tingkat kualitas air belum sampai batas) dan tingkat cemar (kualitas air yang telah sampai ke batas atau melewati batas) .²³

1. pH (Derajat Keasaman)

²² Setiawan, 2001, *Pengertian Pencemaran Air Dari Perspektif Hukum*, <http://www.menlh.go.id/airnet/Artike101.htm>, dikunjungi 7/3/2004

²³ Achmadi, *Peranan Air Dalam Peningkatan Kesehatan Masyarakat*, <http://www.bpkpenabur.or.id/kps-jkt/berita/200104/lap-perananair.pdf>, dikunjungi 5/3/2004.

Tingkat keasaman atau kekuatan asam (pH) termasuk parameter untuk menentukan kualitas air. Air yang belum terpolusi berada pada skala pH 6,0-8,0. Dalam air yang bersih, jumlah konsentrasi ion H dan OH berada dalam keseimbangan atau dikenal dengan $\text{pH} = 7$. Organisme perairan dapat hidup ideal dalam kisaran pH antara asam lemah sampai dengan basa lemah. Perairan yang bersifat asam kuat atau basa kuat akan membahayakan kelangsungan hidup biota, karena akan mengganggu metabolisme dan respirasi.

2. DO (Oksigen Terlarut)

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen =DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut. Kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung dari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut.

Odum dalam bukunya menyatakan bahwa kadar oksigen dalam air laut akan bertambah dengan semakin rendahnya suhu dan berkurang dengan semakin tingginya salinitas. Pada lapisan permukaan, kadar oksigen akan lebih tinggi, karena adanya proses difusi antara air dengan udara bebas serta adanya proses fotosintesis. Dengan bertambahnya kedalaman akan terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, karena proses fotosintesis semakin berkurang dan kadar oksigen

yang ada banyak digunakan untuk pernapasan dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik. Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium dan aktifitasnya.

Kebutuhan oksigen untuk ikan dalam keadaan diam relatif lebih sedikit apabila dibandingkan dengan ikan pada saat bergerak atau memijah. Jenis-jenis ikan tertentu yang dapat menggunakan oksigen dari udara bebas, memiliki daya tahan yang lebih terhadap perairan yang kekurangan oksigen terlarut. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 2 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa beracun (*toksik*). Kandungan oksigen terlarut minimum ini sudah cukup mendukung kehidupan organisme.

Idealnya, kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 1,7 ppm selama waktu 8 jam dengan sedikitnya pada tingkat kejenuhan sebesar 70 % KLH menetapkan bahwa kandungan oksigen terlarut adalah 5 ppm untuk kepentingan wisata bahari dan biota laut. Oksigen memegang peranan penting sebagai indikator kualitas perairan, karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik. Selain itu, oksigen juga menentukan biologis yang dilakukan oleh organisme aerobik atau anaerobik. Dalam kondisi aerobik, peranan oksigen adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrisi yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan. Dalam kondisi anaerobik, oksigen yang dihasilkan akan mereduksi senyawa-senyawa kimia menjadi lebih sederhana dalam bentuk nutrisi dan gas. Karena proses oksidasi dan reduksi inilah maka peranan oksigen terlarut sangat penting untuk membantu mengurangi beban pencemaran pada perairan.

secara alami maupun secara perlakuan aerobik yang ditujukan untuk memurnikan air buangan industri dan rumah tangga.

E. Logam Berat

Logam berat merupakan golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lain. Perbedaanya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat berikatan dan masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Istilah logam berat telah dipergunakan secara luas terutama dalam perpustakaan ilmiah, sebagai suatu istilah yang menggambarkan bentuk dari logam tertentu. Karakteristik dari kelompok logam berat adalah sebagai berikut :²⁴

- a. Memiliki spesifikasi gravitasi yang sangat besar.
- b. Mempunyai nomor atom 22-32 dan 40-50 serta unsur-unsur lantanida serta aktanida.
- c. Mempunyai respon biokimia yang khas pada organisme hidup.

Beberapa unsur logam sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup untuk mempertahankan kehidupannya misalkan, unsur logam besi (Fe), unsur ini berikatan dengan Hb darah membentuk hemoglobin yang berfungsi sebagai pengikat oksigen (O₂) dalam darah. Berbeda dengan logam biasa, logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup. Hampir semua

²⁴ Heryando Palar, *Pencemaran dan toksologi Logam Berat* (Rineka Cipta, Jakarta, 2012), h. 23.

logam berat dapat menjadi beracun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup apa bila berlebihan misalkan, logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), Kromium (Cr), dan khromium (Cr). Meski semua logam berat dapat meracuni makhluk hidup sebagian logam-logam berat tetap dibutuhkan dalam tubuh makhluk hidup dalam jumlah yang sangat sedikit.²⁵

Logam khromium (Cr) banyak di temukan di tanah, udara di perairan, khromium yang terdapat di lingkungan berasal dari bermacam-macam sumber, tetapi sumber-sumber logam khromium umumnya paling banyak berasal dari kegiatan perindustrian, limbah rumah tangga, dan dari pembakaran bahan kendaraan. Khromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia, logam khromium banyak digunakan sebagai bahan pelapis pada bermacam-macam peralatan mulai dari peralatan rumah tangga sampai bahan pembungkus produk. Logam. Apabila bahan-bahan yang mengandung logam khromium masuk kedalam perairan maka akan terjadi proses kimia mulai dari proses pengompleksan sampai pada reaksi redoks sehingga akan terlarut di dalam air.²⁶ Logam khromium yang terlarut di dalam air sangat berbahaya bagi kehidupan organisme ikan di dalamnya.²⁷

Hal ini karena logam berat bersifat bioakumulatif yaitu logam berat menumpuk dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh ikan, walaupun kadar logam berat pada perairan rendah tetapi dapat diabsorbsi oleh tubuh ikan.

²⁵ *Ibid*, h. 133.

²⁶ *Ibid*, h. 134.

²⁷ Prasetyo D, *Bioakumulasi logam kromium (cr) pada insang, hati, dan daging ikan yang tertangkap di hulu sungai cimanuk kabupaten garut*.(universitas padjajaran, 2016), h. 7

	Sereal dan produk sereal	0,3 mg/kg
	Tepung terigu	1,0 mg/kg
07.0	Produk bakeri	
	Produk bakeri	0,5 mg/kg
08.0	Daging dan produk daging, termasuk daging unggas dan daging hewan buruan	
	Daging dan hasil olahannya	1,0 mg/kg
	Jeroan sapi, babi, kambing, unggas	1,0 mg/kg
09.0	Ikan dan produk perikanan termasuk moluska, krustase dan ekinodermata serta amfibi dan reptil	
	Ikan dan hasil olahannya	0,3 mg/kg
	Ikan predator misalnya cucut, tuna, marlin dan lain-lain	0,4 mg/kg
	Kekerangan (bivalve) Moluska dan teripang	1,5 mg/kg
	Udang dan krustasea lainnya	0,5 mg/kg

Tabel 2.3 Logam Berat Kromium (Cr)

Logam berat Kadmium Cd merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Apabila kadmium masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan sebagian dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Logam berat Cd biasa ditemukan sebagai mineral yang terikat dengan unsur-unsur lain seperti oksigen, klorin dan sulfur, sumber logam berat Cd yang berasal dari perairan berasal dari :

1. Uap, debu dan limbah dari pertambangan timah dan seng.
2. Air bilasan dari electroplating.
3. Seng yang digunakan untuk melapisi logam mengandung kira-kira 0,2% logam berat Cd sebagai bahan ikutan (*impurity*); semua Cd ini akan masuk ke perairan melalui proses korosi dalam kurun waktu 4-12 tahun.
4. Pupuk pospat dan endapan sampah.

	Dedak, lembaga, biji gandum.	0,2 mg/kg
08.0	Daging dan produk daging, termasuk daging unggas dan daging hewan buruan	
	Daging dan hasil olahannya	0,3 mg/kg
	Jeroan	0,5 mg/kg
09.0	Ikan dan produk perikanan termasuk moluska, krustasea dan ekinodermata serta amfibi dan reptil	
	Ikan dan hasil olahannya	0,1 mg/kg
	Ikan predator misalnya cucut, tuna, marlin dan lain-lain	0,5 mg/kg
	Kekerangan (bivalve) Moluska dan teripang	1,0 mg/kg
	Udang dan krustasea lainnya	1,0 mg/kg
12.0	Garam, rempah, sup, saus, salad, produk protein	
	Garam	0,5 mg/kg
13.0	Produk pangan untuk keperluan gizi khusus	

Tabel 2.4 Logam Berat Kadmium (Cd)

Logam berat Cd akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup (tumbuhan, hewan dan manusia). Dalam biota perairan jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan (biomagnifikasi) dan dalam rantai makanan biota yang tertinggi akan mengalami akumulasi logam berat Cd yang lebih besar.

3. Profil Sungai Way Belau

Kota Bandar Lampung secara hidrologis dilalui oleh sungai-sungai yang masuk dalam Wilayah Sungai Way Seputih dan Way Sekampung. Sungai-sungai tersebut diantaranya Sungai Way Halim, Way Awi, di wilayah Tanjung Karang dan Way Kuripan, Way Balau, Way Garuntang, mengalir di wilayah Teluk Betung. Kota Bandar Lampung mempunyai 2 sungai besar yaitu Way Kuripan dan Way Kuala, dan 23 sungai-sungai kecil. Sungai-sungai yang melintasi Kota

Bandar Lampung adalah sungai kecil dengan debit air yang kecil diantaranya adalah, Way Penengahan, Way Kunit, Way Keteguhan dan Way Belau.²⁸

Sungai Way Belau merupakan salah satu sungai yang berada di Indonesia yang masuk kedalam kawasan Hutan Lindung atau Konservasi. Terletak di Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung. Kawasan ini merupakan kawasan wisata alam Batu Putu yang menyuguhkan sensasi kesejukan bermain air di air terjun. Masyarakat sering menyebut sungai Way Belau ini dengan sebutan Sungai Batu Putu, hal tersebut dikarenakan aliran sungai ini melintasi objek Wisata Air Terjun Batu Putu.²⁹ Panjang sungai sekitar 8,402 Km dengan badan sungai sekitar 4 meter. Daerah hulu sungai biasa digunakan sebagai wisata air terjun sebagai mata air untuk perusahaan air mineral, aliran sungai melewati daerah pemukiman penduduk, dan daerah hilirnya bermuara di laut.

Gambar 2.2 Peta sungai Way Belau



²⁸Letak geografis kota Bandar Lampung” (On-line), tersedia di: <http://digilib.unila.ac.id>

²⁹ Profil Sungai Batu Putu”(On-Line), tersedia di: <http://www.Malahayati.ac.id.html>

F. Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah :

H_0 = tidak ada pencemaran di Sungai Way Belau Bandar Lampung berdasarkan hati dan insang ikan.

H_1 = adanya pencemaran di Sungai Way Belau Bandar Lampung berdasarkan hati dan insang ikan.

DAFTAR PUSTAKA

Achmad, *Peranan Air Dalam Peningkatan Kesehatan Masyarakat*, ([http:// www.bpk penabur. or. id / kps-jkt /berita /200104/ lap-perananair.pdf](http://www.bpkpenabur.or.id/kps-jkt/berita/200104/lap-perananair.pdf)., dikunjungi 5/3/2004).

Anwar Chairul, *Hakikat Manusia dengan Pendidikan Sebuah Tinjauan Filosofis* (Yogyakarta: SUKA-Press, 2014).

Anwar Chairul, *Teori-teori Pendidikan Klasik Hingga Kontemporer Formula dan Penerapannya Dalam Pembelajaran*(Yogyakarta : IRCISOD, 2017).

Ayi Anggraeni. *Pengaruh Pemberian Enzim Terhadap Pakan Ikan Gabus*. (Lampung: UNILA, 2018)

.Agoes soegianto., *Ekologi Perairan Tawar* (Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan AUP, 2010).

Djajadiningrat. *Penilaian Secara Cepat Sumber-sumber pencemaran Air, Tanah, Udara*. (Gajah Mada University Press. Jogjakarta. 1991).

Djrismawati. *Tinjauan Penelitian Kadar Logam Berat pada Sungai di DKI Jakarta*. *Cermin Dunia Kedokteran* No. 70, 1991.. ([http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files05_TinjauanPenelitianKadarLogamBerat .pdf](http://www.kalbe.co.id/files/cdk/files05_TinjauanPenelitianKadarLogamBerat.pdf), September 2011).

Departemen Agama RI, *Al-Qur'an dan Terjemahnya*(Jakarta: Darus Sunnah, 2002).

Ghufran H, Andi Baso Tancung, *Pengelolaan Kualitas Air Dalam Budidaya Perairan*, Cetakan ke-1. (Jakarta: Rineka Cipta, 2007).

Letak geografis kota Bandar Lampung” (On-line), tersedia di:
<http://digilib.unila.ac.id>

Maulana, Rizal. *Gambaran Kualitas Air Sungai Ciulengsi Kabupaten Bogor Tahun 2001*. Skripsi Program Sarjana. FKM-UI.Depok. 1991.

Mika Fajri, *Budidaya Ikan Nila*, (Bandung: Djambatan, 2009

Nur El Fajri, *Kualitas Perairan Muara Sungai Siak Ditinjau Dari Sifat Fisik-Kimia Dan Makrozoobentos*. Riau: Perikanan Terubuk, 2013

Odum P Eugene. *Dasar-Dasar Ekologi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 1993

Philip Kristanto, *Ekologi Industri*. Yogyakarta: penerbit andi yogyakarta, 2002

Prasetyo, D. *Bioakumulasi logam kromium (cr) pada insang, hati, dan daging ikan yang tertangkap di hulu sungai cimanuk kabupaten garut*. Universitas padjadjaran, 2016

Pratiwi, yuli. *Penentuan Tingkat Pencemaran Limbah Industri Berdasarkan Nutrition Value Coefficient (NVC) Bioindikator*. Yogyakarta: IST AKPRIND. 2012

Profil Sungai Batu Putu”(On-Line), tersedia di: <http://www.Malahayati.ac.id.html>

Rahman, aditya. *Penentuan Tingkat Pencemaran Sungai Desa Awang Angkal Berdasarkan Nutrition Value Coefficient (NVC) Menggunakan Ikan Nila (Oreochromis niloticus linn) Sebagai Bioindikator*. Lampung: UNILA. 2012.

Rahardi, F. Kristiawati, Regina. Nazaruddin. *Agribisnis Perikanan*, Penerbit Swadaya, Jakarta. 1993.

Riana Riastina, *Pengaruh Pemberian Simplisia Terhadap Benih Ikan Mas*. Bandung: UMP, 2016

Ratningsih N. *Uji toksisitas molase pada respirasi ikan mas (Cyprinus carpio L.)*. J.Biotika, 2008

Setiawan. *Pengertian Pencemaran Air Dari Perspektif Hukum*, <http://www.menlh.go.id/airnet/Artike101.htm>, dikunjungi 7/3/2004.

Suci Wulan Pawhestri, Jafron.W.Hidayat, Sapto P. Putro. *Assessment of Water Quality Using Macrobenthos as Bioindicator and Its Application on Abundance-Biomass Comparison (ABC) Curves*, Semarang: Universitas Diponegoro, 2015

Sugiarto Ir. *Teknik Pembenihan Ikan Mujair dan Nila*. Penerbit CV. Simplex (Anggota IKAPI). 1993.

Tugiyono, Nuning Nurcahyani, R. Supriyanto, Mala Kurniati. *Biomonitoring Pengolahan Air Limbah Pabrik Gula PT Gunung Muda Plantation Lampung Dengan Analisa Biomarker Indeks Fisiologi Dan Perubahan Histologi hati Ikan Nila (Oreochromis niloticus linn)*. Bandar Lampung, FMIPA UNILA, 2009

Warlina. Lina. *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulanganya*. Bogor: Institut Pertanian Bogor. 2004.

Winata. Ekrar. *Kualitas Tanah Di Sepanjang Kali Gajah Wong Ditinjau Dari Pola Sebaran Escherichia coli*. Yogyakarta: UGM. 2013.